

# プラニメーター（面積測定器）による平面測定 の正確度に関する実験

三宅 宗雄（児童学教授）・大島 靖子

Experiments on Exactness of Planimetry by Planimeter

MUNEO MIYAKE (Prof. of Paidology) ・ YASUKO ÔSHIMA

## 序 説

医学，工学等に於て微小面積の平面測定 Planimetry に面積測定器 Planimeter が利用される。

例えば医学面では1)，体表面積の測定に応用し，其の年齢的差違，或は身長，体重等との相関などに就て研究されている。尤も体表面積の測定には嘗て Funke は平方 Zoll の表面積を有する紙片を半側の身体皮膚上に貼布し，其の使用紙片量より算定した。又，Meeh，新谷はミリメーター方眼紙を利用した。然し大谷，大城，田川等は身体を小区分に分かち，透明な竹紙等に写実して其の面積をプラニメーター（以下プラと略す）にて計測した。2)，組織細胞の大いさの測定にもプラが用いられる。藤田<sup>3)</sup>は腎臓糸球体の面積を計測して其の年齢的差違や種々の腎臓疾患との関係等に就て観察した。又塚本，深山<sup>4)</sup>は多核白血球に就て核型との関係を，三川<sup>10)11)</sup>はリンパ球及び大単核球に就て研究した。三輪<sup>5)</sup>は家族発生史的に53種の脊椎動物に就て其の赤血球の大いさを観察した。更に石田はプラにより家兎心筋細胞の大いさの変化に関して其の年齢的差違を調査した。3)，心臓のX線直像の面積測定や，細菌培養面にも応用されている。

次に工学面では建築設計図や地図等の製図或は縮図，拡大図等に広く用いられている。

更に今後心理学へのプラの応用も大いに期待すべきであると思ふものである。例えばプラの測定値は使用する人の個人差（精神状況，性格，器用さ等）により多少の相違が見られる。従って特殊心理検査として安定感，運動統御能力，量的感度，手先の器用さ，疲労限度等の判定に利用し得る。即ち紙上に描かれた定形若くは不定形に就て面積測定を行わしめ，其の正確度や所要時間等を計測する如きが其の一つである。

吾々は心理学面へのプラの応用のため，先ず其の基礎

的な条件を知る目的を以て，プラの正確度を観察し，併せて個人的な誤差を解消するため其の誤差の在り方を検討したので，茲に報告して諸賢の御教示を乞う次第である。

## 第一章 測定方法

プラは国産島津製を用いた。測定に際しては常に正確な水平面上に摺擦感のある画用紙の如きを敷き，其の上に測定せんとする面積物件を載せ，プラの追跡針を時計針の廻転方向に動かして測定した。其の両脚の開きは45度乃至90度を適当とし，吾々は60度内外の角度を選んだ。実験は精神の平静時や疲労のない時に行うようし目盛を読む時は必ずルーベを用いた。一実験には10回測定を繰返し，其の平均値を求めた。又針頭は軽く握り，手首に力を入れず寧ろ右腕全体を動かすように努めたのである。

測定面積の種類は次の通り。

1. 定形としては円形，正方形及び正三角形を選び予め其の面積を理論的計算により数値を求めた。

円 形		正 方 形		正 三 角 形	
半径	面 積	一辺	面 積	一辺	面 積
1cm	3.14cm <sup>2</sup>	1cm	1cm <sup>2</sup>	1cm	0.5cm <sup>2</sup>
2	12.6	2	4	2	2.0
3	28.3	3	9	3	4.5
4	50.2	4	16	4	8.0
5	78.6	5	25	5	12.5
6	103.0	6	36	6	18.0
7	153.9	7	49	7	24.5
8	203.1	8	64	8	32.0
9	253.5	9	81	9	40.5
10	314.0	10	100	10	50.0

註 本プラでは小数点以下第一位迄しか測定出来ない  
ので，第二位は四捨五入した。

2. 不定形としては足跡面積（満7年男児の左足跡）を

ミリメートル紙に写実して、予め其の数値を算出した。

前記各被検面積をプラにより実測の結果、次の如き成

## 第二章 測定成績

績を得た。

第 1 表 円形の実測面積と計算面積との差及び実測面積に於る偏差

計 算 面 積		半径 (r) = 1 cm 計算面積 (A) = 3.1cm <sup>2</sup>		r = 2cm A = 12.6cm <sup>2</sup>		r = 3cm A = 28.3cm <sup>2</sup>		r = 4cm A = 50.2cm <sup>2</sup>		r = 5cm A = 78.6cm <sup>2</sup>	
		Bcm <sup>2</sup>	A - B	B	A - B	B	A - B	B	A - B	B	A - B
測 定 面 積	1 回	2.9	+0.2	12.7	-0.1	28.6	-0.3	50.8	-0.6	78.4	+0.2
	2	3.0	+0.1	12.8	-0.2	28.4	-0.1	50.5	-0.3	78.6	0
	3	2.9	+0.2	12.6	0	28.2	+0.1	50.3	-0.1	78.7	-0.1
	4	3.0	+0.1	12.5	+0.1	28.2	+0.1	50.3	-0.1	78.7	-0.1
	5	2.8	+0.3	12.8	-0.2	28.5	-0.2	50.2	0	78.5	+0.1
	6	2.8	+0.3	12.7	-0.1	28.0	+0.3	50.3	-0.1	78.9	-0.3
	7	2.9	+0.2	12.8	-0.2	28.1	+0.2	50.4	-0.2	78.2	+0.4
	8	3.0	+0.1	12.9	-0.3	28.0	+0.3	50.2	0	78.3	+0.3
	9	2.9	+0.2	12.7	-0.1	28.3	0	50.4	-0.2	78.4	+0.2
	10	3.0	+0.1	12.5	+0.1	28.4	-0.1	50.3	-0.1	78.5	+0.1
計		29.2		127.0		282.7		503.7		785.2	
M		2.9		12.7		28.3		50.4		78.5	
σ		0.248		0.10		0.17		0.43		0.52	

  

計 算 面 積		半径 (r) = 6cm 計算面積 (A) = 103.0cm <sup>2</sup>		r = 7 cm A = 153.9cm <sup>2</sup>		r = 8 cm A = 203.1cm <sup>2</sup>		r = 9 cm A = 253.5cm <sup>2</sup>		r = 10 cm A = 314.0cm <sup>2</sup>	
		Bcm <sup>2</sup>	A - B	B	A - B	B	A - B	B	A - B	B	A - B
測 定 面 積	1 回	103.7	-0.7	153.8	+0.1	202.8	+0.3	254.0	-0.5	314.8	-0.8
	2	103.7	-0.7	153.8	+0.1	202.9	+0.2	253.7	-0.2	314.5	-0.5
	3	103.5	-0.5	153.8	+0.1	203.4	-0.3	254.1	-0.6	313.6	+0.4
	4	103.6	-0.6	154.0	-0.1	203.2	-0.1	253.6	-0.1	314.6	-0.6
	5	103.4	-0.4	154.0	-0.1	202.9	+0.2	253.8	-0.3	313.7	+0.3
	6	103.7	-0.7	153.8	+0.1	203.4	-0.3	253.8	-0.3	314.2	-0.2
	7	103.3	-0.3	154.1	-0.2	203.3	-0.2	253.6	-0.1	314.5	-0.5
	8	103.3	-0.3	154.0	-0.1	203.2	-0.1	253.9	-0.4	314.2	-0.2
	9	103.2	-0.2	154.0	-0.1	203.0	+0.1	253.7	-0.2	314.6	-0.6
	10	103.2	-0.2	154.0	-0.1	203.4	-0.3	*253.8	-0.3	314.2	-0.2
計		1034.6		1539.4		2031.5		2538.0		3142.9	
M		103.5		153.9		203.2		253.8		314.3	
σ		0.76		0.28		0.61		0.38		0.46	

第 2 表 正方形の実測面積と計算面積との差及び実測面積に於る偏差

計 算 面 積		一辺 = 1cm A = 1cm <sup>2</sup>		一辺 = 2cm A = 4cm <sup>2</sup>		一辺 = 3cm A = 9cm <sup>2</sup>		一辺 = 4cm A = 16cm <sup>2</sup>		一辺 = 5cm A = 25cm <sup>2</sup>	
		Bcm <sup>2</sup>	A - B	B	A - B	B	A - B	B	A - B	B	A - B
測 定 面 積	1 回	1.1	-0.1	4.1	-0.1	9.0	0	16.0	0	24.8	+0.2
	2	1.0	0	4.2	-0.2	9.0	0	16.2	-0.2	24.9	+0.1
	3	1.0	0	4.1	-0.1	9.1	-0.1	16.0	0	25.1	-0.1
	4	1.0	0	4.0	0	9.1	-0.1	16.0	0	25.0	0
	5	1.1	-0.1	4.1	-0.1	9.0	0	16.1	-0.1	25.0	0
	6	1.0	0	4.0	0	9.2	-0.2	16.2	-0.2	25.1	-0.1
	7	1.0	0	4.0	0	9.2	-0.2	16.1	-0.1	24.9	+0.1
	8	1.0	0	4.0	0	9.1	-0.1	16.0	0	25.0	0
	9	1.0	0	4.1	-0.1	9.1	-0.1	16.1	-0.1	25.1	-0.1
	10	1.1	-0.1	4.0	0	9.1	-0.1	16.0	0	25.1	-0.1
計		10.3		40.6		90.9		160.7		250.0	
M		1.0		4.06		9.09		16.07		25.00	
σ		0.21		0.24		0.73		0.26		0.28	

計 算 面 積	測 定 回 数	一辺=6cm A=36cm <sup>2</sup>		一辺=7cm A=49cm <sup>2</sup>		一辺=8cm A=64cm <sup>2</sup>		一辺=9cm A=81cm <sup>2</sup>		一辺=10cm A=100cm <sup>2</sup>	
		Bcm <sup>2</sup>	A-B	B	A-B	B	A-B	B	A-B	B	A-B
測 定 面 積	1 回	36.0	0	49.0	0	64.1	-0.1	80.8	+0.2	100.3	-0.3
	2	36.1	-0.1	48.8	+0.2	64.2	-0.2	81.1	-0.1	100.1	-0.1
	3	36.1	-0.1	48.9	+0.1	64.0	0	80.9	+0.1	100.1	-0.1
	4	35.9	+0.1	49.1	-0.1	63.8	+0.2	81.2	-0.2	100.2	-0.2
	5	36.0	0	49.0	0	64.0	0	81.2	-0.2	100.2	-0.2
	6	36.2	-0.2	49.0	0	64.2	-0.2	80.9	+0.1	100.0	0
	7	36.0	0	48.8	+0.2	63.9	+0.1	81.0	0	99.8	+0.2
	8	36.1	-0.1	48.9	+0.1	64.0	0	81.1	-0.1	100.2	-0.2
	9	36.2	-0.2	48.9	+0.1	64.1	-0.1	80.8	+0.2	100.0	0
	10	36.1	-0.1	49.1	-0.1	63.9	+0.1	81.0	0	99.9	+0.1
計 M σ		360.7		489.4		640.2		810.0		1000.8	
		36.07		48.94		64.0		81.00		100.08	
		0.27		0.30		0.3		0.34		0.35	

第3表 正三角形の計算面積と実測面積との差及び実測面積に於る偏差

計 算 面 積	測 定 回 数	一辺=1cm A=0.5cm <sup>2</sup>		一辺=2cm A=2cm <sup>2</sup>		一辺=3cm A=4.5cm <sup>2</sup>		一辺=4cm A=8cm <sup>2</sup>		一辺=5cm A=12.5cm <sup>2</sup>	
		Bcm <sup>2</sup>	A-B	B	A-B	B	A-B	B	A-B	B	A-B
測 定 面 積	1 回	0.7	-0.2	2.2	-0.2	4.6	-0.1	8.0	0	12.6	-0.1
	2	0.7	-0.2	2.0	0	4.6	-0.1	8.0	0	12.6	-0.1
	3	0.4	+0.1	2.1	-0.1	4.5	0	8.1	-0.1	12.5	0
	4	0.5	0	2.1	-0.1	4.6	-0.1	8.1	-0.1	12.5	0
	5	0.6	-0.1	2.0	0	4.4	+0.1	7.9	+0.1	12.4	+0.1
	6	0.7	-0.2	1.9	+0.1	4.5	0	7.9	+0.1	12.6	-0.1
	7	0.6	-0.1	2.0	0	4.5	0	8.0	0	12.5	0
	8	0.5	0	1.8	+0.2	4.4	+0.1	8.0	0	12.5	0
	9	0.6	-0.1	2.0	0	4.5	0	8.1	-0.1	12.5	0
	10	0.7	-0.2	2.1	-0.1	4.6	-0.1	8.0	0	12.5	0
計 M σ		6.6		20.2		45.2		80.1		125.2	
		0.66		2.02		4.52		8.01		12.52	
		0.31		0.29		0.25		0.23		0.22	

計 算 面 積	測 定 回 数	一辺=6cm A=18.0cm <sup>2</sup>		一辺=7cm A=24.5cm <sup>2</sup>		一辺=8cm A=32.0cm <sup>2</sup>		一辺=9cm A=40.5cm <sup>2</sup>		一辺=10cm A=50.0cm <sup>2</sup>	
		Bcm <sup>2</sup>	A-B	B	A-B	B	A-B	B	A-B	B	A-B
測 定 面 積	1 回	18.0	0	24.4	+0.1	32.1	-0.1	40.7	-0.2	50.0	0
	2	18.0	0	24.5	0	32.1	-0.1	40.6	-0.1	50.2	-0.2
	3	18.1	-0.1	24.5	0	32.0	0	40.6	-0.1	50.0	0
	4	18.0	0	24.6	-0.1	31.8	+0.2	40.5	0	50.2	-0.2
	5	18.1	-0.1	24.4	+0.1	32.2	-0.2	40.3	+0.2	50.1	-0.1
	6	18.0	0	24.7	-0.2	32.1	-0.1	40.5	0	50.1	-0.1
	7	18.0	0	24.6	-0.1	32.2	-0.2	40.4	+0.1	50.0	0
	8	18.2	-0.2	24.6	-0.1	31.9	+0.1	40.4	+0.1	49.8	+0.2
	9	18.0	0	24.5	0	32.0	0	40.5	0	49.8	+0.2
	10	18.1	-0.1	24.4	+0.1	32.0	0	40.7	-0.2	50.0	0
計 M σ		180.5		245.2		320.4		405.2		500.4	
		18.05		24.52		32.04		40.52		50.04	
		0.24		0.29		0.33		0.35		0.33	

## 第三章 正確度の検討

前記測定成績を通覧すれば各種別各回の実験に於て最小最大は  $0 \sim 0.8 \text{ cm}^2$  の範囲を示した。之等の成績より

して更に其の正確度を比較検討するため第4表以下を作成した。

第4表 円面積に於る正確度

半 径 r (cm)	計 算 面 積 $A = \pi r^2$ ( $\text{cm}^2$ )	実測面積の平均 B ( $\text{cm}^2$ )	両面積の差 $A - B$ ( $\text{cm}^2$ )	差÷計算面積 $\frac{A - B}{A}$	Bの標準偏差 $\sigma$ ( $\text{cm}^2$ )	偏 差 係 数 $100 \times \frac{\sigma}{A} = V$ (%)
1.0	3.1	2.9	+0.2	0.0700	0.25	7.9
2.0	12.6	12.7	-0.1	0.0079	0.10	0.79
3.0	28.3	28.3	0	0	0.53	1.80
4.0	50.2	50.4	-0.2	0.0039	0.43	0.85
5.0	78.6	78.5	+0.1	0.0012	0.52	0.66
6.0	103.0	103.5	-0.5	0.0048	0.76	0.73
7.0	153.9	154.0	-0.1	0.0006	0.28	0.18
8.0	203.1	203.2	-0.1	0.0005	0.61	0.30
9.0	253.5	253.8	-0.3	0.0011	0.38	0.14
10.0	314.0	314.3	-0.3	0.0010	0.46	0.14
平 均				0.0090	0.392	

第5表 正方形に於る正確度

一 辺 (cm)	計 算 面 積 A ( $\text{cm}^2$ )	実測面積の平均 B ( $\text{cm}^2$ )	両面積の差 $A - B$ ( $\text{cm}^2$ )	差÷計算面積 $\frac{A - B}{A}$	Bの標準偏差 $\sigma$ ( $\text{cm}^2$ )	偏 差 係 数 $100 \times \frac{\sigma}{A} = V$ (%)
1.0	1.0	1.03	-0.03	0.0300	0.21	21.00
2.0	4.0	4.06	-0.06	0.0150	0.24	0.06
3.0	9.0	9.09	-0.09	0.0100	0.73	0.08
4.0	16.0	16.07	-0.07	0.0040	0.26	0.02
5.0	25.0	25.00	0	0	0.28	0.01
6.0	36.0	36.07	-0.07	0.0020	0.27	0.008
7.0	49.0	48.94	0.06	0.0010	0.30	0.006
8.0	64.0	64.02	-0.02	0.0003	0.33	0.005
9.0	81.0	81.00	0	0	0.34	0.004
10.0	100.0	100.08	-0.08	0.0008	0.35	0.004
平 均				0.0063	0.331	

第6表 正三角形に於る正確度

一 辺 (cm)	計 算 面 積 A ( $\text{cm}^2$ )	実測面積の平均 B ( $\text{cm}^2$ )	両面積の差 $A - B$ ( $\text{cm}^2$ )	差÷計算面積 $\frac{A - B}{A}$	Bの標準偏差 $\sigma$ ( $\text{cm}^2$ )	偏 差 係 数 $100 \times \frac{\sigma}{A} = V$ (%)
1.0	0.5	0.66	-0.16	0.3200	0.31	62.0
2.0	2.0	2.02	-0.02	0.0100	0.29	14.5
3.0	4.5	4.52	-0.02	0.0040	0.25	5.0
4.0	8.0	8.01	-0.01	0.0010	0.23	2.87
5.0	12.5	12.52	-0.02	0.0020	0.22	1.75
6.0	18.0	18.05	-0.05	0.0030	0.24	1.33
7.0	24.5	24.52	-0.02	0.0008	0.29	1.18
8.0	32.0	32.04	-0.04	0.0012	0.33	1.03
9.0	40.5	40.52	-0.02	0.0004	0.35	0.86
10.0	50.0	50.04	-0.04	0.0008	0.33	0.66
平 均				0.03432	0.294	

第7表 足跡面積 (7年男児) に於る正確度

A = ミリメーターペーパーに依る測定値  
B = プラニメーターに依る測定値

A	84.6 cm <sup>2</sup>	両面積ノ差 A-B
B 1 回	83.9 cm <sup>2</sup>	0.7 cm <sup>2</sup>
2	84.2	0.4
3	84.2	0.4
4	84.5	0.1
5	84.0	0.6
6	84.5	0.1
7	84.3	0.3
8	84.4	0.2
9	84.4	0.2
10	84.8	-0.2
計	843.2	3.0
M	84.32	0.3
$\sigma$	0.63	

この足跡と略々同面積を有する定形の面積と比較すれば第8表の如し。

定形 円形 半径=5 cm 計算面積=78.6 cm<sup>2</sup>  
正方形 一辺=9 cm 計算面積=81.0 cm<sup>2</sup>

第8表の如く略々同一面積の場合には定形と不定形に於る面積測定の結果に就て其の正確度を検討すれば、最も正確度の高いものは定形の正方形であり、次は円形であり、不定形の足跡面積は夫等に稍々劣ると言える。この事は吾々の手が円運動よりも直線運動に慣らされており、又更に複雑な不定形の面積測定が単なる円形の測定よりも困難なる事を示すものである。

第8表 定形面積と不定形面積の正確度比較

	測定面積の種類	計算面積 A	実測面積 B	A-B	$\frac{A-B}{A}$	Bに於ける $\sigma$	V (%)
不定形	足跡面積	84.6 cm <sup>2</sup>	84.3 cm <sup>2</sup>	0.3 cm <sup>2</sup>	0.0031	0.63 cm <sup>2</sup>	0.74
定形	円形	78.6	78.5	0.1	0.0012	0.52	0.66
	正方形	81.0	81.0	0	0	0.34	0.004

#### 第四章 誤差に対する考察

上記諸実験成績より次の考察を試みた。即ち定形面積に就て、第一にはプラによる測定面積と理論的に計算した面積との一致状況に関し、又、第二には一定の面積に対する測定に於る誤差の点に関して検討したのである。

##### 1. 円面積に就て

##### A. 測定面積と理論的計算面積

1). プラによる10回の実測面積 (第4表B項) の平均値と  $\pi r^2$  より算出せる計算面積 (第4表A項) の平均値とどの程度一致するかを見るに、全く一致する場合は寧ろ偶然であって、多少の差違を生ずるのが自然と考

えられる。両者の差違 (A-B) は0から0.5 cm<sup>2</sup>で面積の増大するに従い増量して行くが、原面積に比較すれば僅少の差である。即ち  $\frac{A-B}{A}$  の値は  $r=1$  の時を除いてすべて  $\frac{1}{100}$  以下であり、平均して0.009即ち  $\frac{1}{111}$  となる。半径 1cm の円は面積が小さいから比較的大なる差違 ( $\frac{A-B}{A}=0.07$ ) を生じたのであって、これを除けば0.002即ち  $\frac{1}{500}$  となる。

杉山の同様実験成績 (第9表) を参考に示せば次の通り。

第9表 杉山繁輝博士実験結果、円形の実測面積と計算面積との比較並に実測面積に於る偏差

半径 r (mm)	計算面積 A = $\pi r^2$ (mm <sup>2</sup> )	実測面積の平均 B (mm <sup>2</sup> )	両面積の差 A-B (mm <sup>2</sup> )	差+計算面積 $\frac{A-B}{A}$	Bの標準偏差 $\sigma$ (mm <sup>2</sup> )	偏差係数 $100 \frac{\sigma}{A} = V$ (%)
5.0	78.6	77.5 ± 2.0	1.1 ± 2.0	0.013995	13.4 ± 1.4	17.048 ± 1.870
9.9	307.9	310.0 ± 1.1	-2.1 ± 1.1	0.006820	7.1 ± 0.8	2.306 ± 0.246
15.0	707.1	708.1 ± 2.1	-1.0 ± 2.1	0.001414	14.0 ± 1.5	1.980 ± 0.206
19.9	1244.1	1252.0 ± 1.8	-7.9 ± 1.8	0.006350	11.7 ± 1.3	0.940 ± 0.100
24.9	1947.9	1962.0 ± 1.6	-14.1 ± 1.6	0.007239	11.0 ± 1.2	0.565 ± 0.060
29.8	3789.9	3810.0 ± 2.2	-20.1 ± 2.2	0.007205	14.5 ± 1.6	0.520 ± 0.055
35.0	3848.5	3863.0 ± 1.6	-14.5 ± 1.6	0.003768	10.5 ± 1.1	0.273 ± 0.031
40.0	5026.6	5061.0 ± 1.5	-34.4 ± 1.5	0.006844	9.9 ± 1.1	0.197 ± 0.021
平均				0.006704	11.5125	

杉山の場合は20回ずつ、半径 5mm~40mm までの 8 個の円形をスイス製 Amsler 面積測定器にて測定したものである。これによれば  $A-B$  は  $1.1 \text{ mm}^2$  から  $34.4 \text{ mm}^2$  まで増加している。 $\frac{A-B}{A}$  は半径 5mm の円を除いてすべて  $\frac{1}{100}$  以下で、平均は 0.006704 又は  $\frac{1}{149.2}$  即ち約 150 分の 1 である。この半径 5mm の円の  $\frac{A-B}{A}$  0.013995 を除けば約 180 分の 1 となる。

- 2). 多くの場合、実測面積が理論面積より大となり、従って  $A-B$  の値が負数となっている。吾々の手指は円運動よりも直線運動に多く習慣づけられており、又円運動に於る遠心力の作用に微少なながらも影響され、プラの針頭を持って円曲線を追跡する時に、針頭が円周から内方に外れる場合よりも、切線的に外方に外れる場合の方が多く、ために実面積よりも多少大きい数値を示すものと考えられる。

#### B. 誤差

- 1). 一定面積に於る最大最小の測定誤差は  $r=1 \text{ cm} \sim 5 \text{ cm}$  の時は  $0.1 \text{ cm}^2 \sim 0.4 \text{ cm}^2$ ,  $r=6 \text{ cm}$  の時は誤差が大で  $0.2 \text{ cm}^2 \sim 0.7 \text{ cm}^2$  の範囲 (平均値に対し  $\pm 0.2 \sim \pm 0.3$ ) である。又  $r=7 \text{ cm} \sim 9 \text{ cm}$  の時は誤差が小さくて  $0.1 \text{ cm}^2 \sim 0.5 \text{ cm}^2$  (平均値に対し  $\pm 0.1 \sim \pm 0.4$ ) である。

杉山の場合は最大最小の誤差は  $20 \text{ mm}^2 \sim 50 \text{ mm}^2$  で平均値に対し  $\pm 10 \sim \pm 25$  の範囲にある。即ち  $1 \text{ cm}^2$  の  $\frac{1}{5} \sim \frac{1}{2}$  に相当し、原面積に比較すれば  $r=5 \text{ mm}$  の円を除けば小さい誤差である。

- 2). 誤差度を一層正確に示すものとして10回の測定に於る標準偏差  $\sigma$  がある。其の値は  $0.1 \text{ cm}^2 \sim 0.76 \text{ cm}^2$  で平均  $0.392 \text{ cm}^2$  となり略々  $1 \text{ cm}^2$  の  $\frac{4}{10}$  に当る。杉山の場合は  $7 \sim 14 \text{ mm}$  で平均  $11.5125 \text{ mm}^2$  となり略々  $1 \text{ cm}^2$  の  $\frac{1}{10}$  に当る。
- 3). 更に注目すべき事は上記最大最小の誤差若くは標準偏差が面積の増大するに従い増加する事なく略々一定している事である。即ち誤差度は面積の増加に比較すれば其の動きは極めて小である。

勿論この場合に於る誤差は面積の大きさに対比して論ずべきである事は言う迄もない。従って  $\frac{\sigma}{A}$  又はこれを百分率にて表わせる  $100 \frac{\sigma}{A}$  が各測定に於る真の誤差の程度を示すものである。この  $100 \frac{\sigma}{A}$  は偏差係数  $V$  と言われるもので一種の比較的誤差である。其の値は第 4 ~ 9 表の最終欄に示せる如く、面積の増大するに従い寧ろ著しく小となる事が見られる。

今半径  $r$  を横軸に取り、偏差係数  $V$  を縦軸にして直角坐標系に図を描けば一個の直角双曲線が得られる。この場合半径  $1 \text{ cm}$  の円に於ては  $V$  の値が急に増加して余り正確でなく、半径  $1 \text{ cm}$  以下の円面積の測定は不適当と思われるが、半径  $2 \text{ cm}$  以上の円に於ては  $V$  の減少は僅かである。杉山の場合を同様図示すれば、其の概略線は兩者略々近似する。尤も杉山の場合は半径  $1 \text{ cm}$  以下の円で  $V$  の値が急に増加し、 $0.5 \text{ cm}$  以下の円の測定は全く不適当である。島津製プラと同様に半径  $2 \text{ cm}$  以上になれば、 $V$  の減少は極めて僅かである。

#### 2. 正方形面積に就て

- 1).  $A-B$  は 0 から 0.09 迄増大するが、面積増大と共に必ずしも  $A-B$  の値は増加するものでなく、寧ろ無関係であると見られる。 $\frac{A-B}{A}$  は一辺  $4 \text{ cm}$  の面積  $16 \text{ cm}^2$  以上は何れも  $\frac{1}{100}$  以下であり、平均 0.0063 で約  $\frac{1}{160}$  となる。 $A-B$  はすべて負数であり、実測面積の方が計算面積より大である。

- 2). 最大最小の測定誤差は  $0 \sim 0.2 \text{ cm}^2$  の範囲内にあり、極めて小さな誤差である。面積が増大しても誤差は大きくならないから、原面積に比較すれば誤差は極めて小さい。 $\sigma$  は  $0.21 \text{ cm}^2 \sim 0.73 \text{ cm}^2$  の範囲であり平均  $0.331 \text{ cm}^2$ 。 $V$  は最小面積即ち一辺  $1 \text{ cm}$  で  $1 \text{ cm}^2$  の時には極めて大きく  $21.0\%$  であるが、 $2 \text{ cm}$  で  $4 \text{ cm}^2$  の時は  $0.06\%$  に急減し、誤差は全く僅少になる。 $1 \text{ cm}^2$  以下の面積測定は不適当である。

#### 3. 正三角形面積に就て

- 1).  $A-B$  は 0.01 から 0.16 迄で一辺  $1 \text{ cm}$ ,  $A$  が  $0.5 \text{ cm}^2$  の時最も大きく、他は平均して僅少である。面積は  $0.5 \text{ cm}^2$  から  $50 \text{ cm}^2$  迄である。 $\frac{A-B}{A}$  は平均して 0.0343 約  $\frac{1}{29}$  で非常に大きい数値と見られるが、これは一辺  $1 \text{ cm}$  の面積が  $0.5 \text{ cm}^2$  と云う小面積であるためと思われる。これを除けば 0.0232 約  $\frac{1}{43}$  となる。 $A-B$  の値はすべて負数であり、実測面積の方が計算面積より大である。
- 2). 最大最小の測定誤差は  $0 \sim 0.2 \text{ cm}^2$  であり全般的に小なる誤差である。 $\sigma$  は  $0.22 \sim 0.35 \text{ cm}^2$  の範囲内で平均して  $0.294 \text{ cm}^2$  である。 $V$  は一辺  $1 \text{ cm}$ , 面積  $0.5 \text{ cm}^2$  の時に 62.0 と云う高い値から、一辺  $2 \text{ cm}$  では 14.5 と減少し次第に面積の増加するに従い 0.66 に至る。結局  $0.5 \text{ cm}^2$  の面積測定は不正確で適当でない。

次に測定面積対象別による誤差の程度を検討するに、例えば略々  $50 \text{ cm}^2$  の面積測定の場合に測定する対象の形により其の正確度が如何に変わるかを見るため第10表を作

成した。

第10表

	円形	正方形	正三角形
計算面積 A	50.2cm <sup>2</sup>	1辺7cm49.0cm <sup>2</sup>	1辺10cm 50.0cm <sup>2</sup>
実測面積 B	50.4cm <sup>2</sup>	48.94cm <sup>2</sup>	50.04cm <sup>2</sup>
A-B	-0.2cm <sup>2</sup>	0.06cm <sup>2</sup>	-0.04cm <sup>2</sup>
$\frac{A-B}{A}$	0.0039	0.001	0.0008
$\delta$	0.43cm <sup>2</sup>	0.30cm <sup>2</sup>	0.33
$100 \frac{\sigma}{A}$	0.85%	0.006%	0.66%

同一面積の場合には円形を測定する場合が最も誤差が大であり、次では正三角形であって、正方形の場合が最も誤差が少く、従って正確度が最も高い事になる。この事は実測に当って器械的又個人的誤差を出来る限り解消するよう努めても、尚、且、測定面の形其のものによって来る誤差の避けられない事を示すものである。

尚、プラ測定可能の限界としては島津製プラでは其の測定し得る最大面積は大半径 12 cm を有する場合である。即ち約 450 cm<sup>2</sup> であってそれ以上の面積は本プラの測定能力を超過する事になる。試みに半径 11 cm 以上の面積を測定し次の如き成績を得た。

半径 11 cm の円形		12 cm		13 cm	
計算面積 A 379.9 cm <sup>2</sup>		452.2cm <sup>2</sup>		530.7 cm <sup>2</sup>	
実測面積 B	A-B	B	A-B	B	A-B
378.8	1.1	451.8	0.4	535.5	-4.8
378.5	1.4	451.9	0.3	535.0	-4.3
378.9	1.0	451.9	0.3	536.0	-5.3
379.2	0.7	452.0	0.2	⋮	
379.8	0.1	452.3	-0.1	誤差が急増する	
379.5	0.4	451.9	0.3		

而も半径 13 cm の円形面積測定の場合にプラの両脚の作る角度は 17° から 150° に至り、既に記した如くこの両脚の作る角度が 45° 以下又 90° 以上の場合には不正確な測定となる事は本プラの性能より見て止むを得ない事である。従って更に大なる面積の測定には其の面積を小区分して行うべきである。

## 第五章 総括

プランニメーター (面積測定器) による平面測定が、医学、工学等に広く用いられており、更に今後、心理学方面にも利用の度が高められる事を期待し、其の器械使用の正確度及び誤差の在り方を実験により検討した。

1. 予め理論的に面積を算出せる定形 (円形、正方形、

正三角形)、及び不定形 (足跡) の面積とプランニメーターにより実測せる面積とを比較した。

2. 最も正確度高く実測し得るものは正方形であり、次は円形、正三角形であって、不定形の足跡は夫等に比べて劣る。
3. 実測に当って器械的又個人的誤差を出来る限り解消するよう努めても、尚、且、平面測定の対象面の形其のものによって来る誤差を避けられない。

## 主なる参考文献

1. 川上理一：公衆衛生学 第1輯 (統計学)
2. 杉山繁輝：血液及び組織の新研究とその方法
3. 杉山繁輝：面積測定 (プランニメトリー) に於る Amsler 氏面積計の正確度について：十全会雑誌, 1932
4. 藤田秀一：腎臓系毬体の「プランニメトリー」に関する研究：同誌, 1935~37
5. 三輪清治：赤血球の「プラ」に関する研究：同誌, 1933~37
6. 三輪清治：正常並びに病的肝細胞の「プラ」に関する研究：同誌, 1936~38
7. 深山 孝：多核白血球の「プラ」に関する研究：同誌, 1934~36
8. 長沢太郎：白血球の「プラ」に関する研究：同誌, 1939
9. 三川六郎：リンパ球の「プラ」に関する研究：同誌 1934~36
10. 三川六郎：大単核球の「プラ」に関する研究：同誌 1935~36
11. 三川六郎：リンパ球並に大単核球の「プラ」に関する研究：同誌, 1936
12. 杉山繁輝, 森 喜久男：「プラ」に関する研究, I 赤血球の「プラ」について：同誌, 1930
13. 小林收, 他：本邦小児の体表面積について：日本小児科学会雑誌, 1952

(1956年10月受理)